

ディビジョン番号	14
ディビジョン名	ナノテク・材料化学

大項目	中性子小角散乱、中性子スピンエコー、磁気構造、J-PARC、中性子反射率
中項目	3-1. 計測
小項目	3-1-9. 中性子散乱・回折

概要（200字以内）	
<p>中性子は3つの大きな特徴をもつ素粒子である。電荷0のため物質透過力に優れ、水素などの軽原子を含む結晶構造解析に有効である。また、スピン1/2を持つことにより磁石プローブとなり、磁性体などの磁気構造の決定に使われる。さらに質量を持つことを利用して、原子による非弾性散乱から物質中の原子や原子団の運動情報が得られる。これらの性質はそれぞれ、X線回折・散乱、NMR、赤外・ラマン分光と相補的な関係にある。</p>	<p>3つの性質で大活躍の中性子</p> <p>The diagram features a central blue sphere with three text blocks around it. Top-left: '構造 電荷0' (Structure, Charge 0). Top-right: '磁性 スピン1/2' (Magnetism, Spin 1/2). Bottom: '運動 質量 1u 1.8Å~293K' (Motion, Mass 1u, 1.8Å~293K). Below the sphere, two phrases are written: 'Where atoms are 原子の位置' and 'What atoms do 原子の運動'.</p>

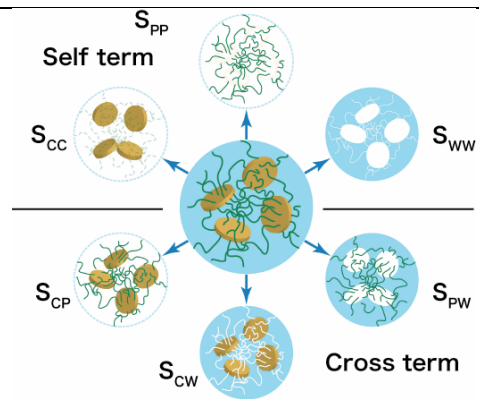
現状と最前線

<p>現状：</p> <p>X線散乱・回折が物質中の水素原子の位置の特定や磁性体・超伝導体・強相関係の磁気構造の解析に無力であるのに対し、中性子散乱・回折は、その優れた物質透過性、水素(H)と重水素(D)のコントラストの違いを利用した結晶、非晶構造解析に威力を発揮している。特にソフトマターや生体材料の構造解析では、物質中の高分子の大きさ、配向、相溶性などの研究や蛋白質の構造解析における結晶水の位置決定などに有利である。中性子反射率計による薄膜研究、中性子と物質内原子の非弾性衝突を利用した非弾性散乱実験によるガラスのスローダイナミクス、分子クラスター構造の研究、中性子スピンエコー法によるナノ秒ダイナミクスの研究など、さまざまな中性子散乱手法を駆使して高分子、低分子、ガラス、液晶、セラミックス、金属、アロイ、誘電体の研究が行われている。</p>

<p>最前線：</p> <p>ハイブリッド材料、ゲル、イオン液体、界面活性剤、膜、コロイド、高強力繊維、ポリマーアロイ、電池材料などのような高性能・高機能性材料の開発を目指したナノ構造解析が行われているほか、高圧下での疎水性相互作用の研究、剪断場下での構造とレオロジーの同時測定、化学反応過程のその場観察、イオン液体や二分子膜の構造とダイナミクス、燃料電池材料、水</p>
--

素貯蔵合金の研究など、多くの先端的研究が行われている。

図は板状クレイ、高分子、水の3成分からなるナノコンジットゲルの構造解析の模式図である。種々のコントラストで測定（コントラスト変化法）することで、従来法では得られなかった散乱関数のクロスタームも定量的に得ることができ、多成分系材料の微細構造・局所構造の精密測定が可能になった。



現在、世界最大級の大強度パルス中性子源(J-PARC)が日本原子力研究開発機構原子炉JRR-3Mの隣に建設中であり、これが完成すれば中性子による物質構造研究が飛躍的に進展すると期待されている。

将来予測と方向性

- ・ 5年後までに解決・実現が望まれる課題

J-PARCの完成、共同利用研究の実施。時分割中性子散乱による、反応系や過渡現象の研究。生体高分子水溶液の酵素反応のその場観察。

- ・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題

中性子散乱・回折実験のオンライン化・委託化

参考書：中性子回折（星埜貞夫）、共立出版(1976)

高分子の構造（高分子学会編）、共立出版(1997)

キーワード

中性子小角散乱、中性子スピンエコー、磁気構造、J-PARC、中性子反射率

(執筆者：柴山充弘)